

نمونه برداری از هوا

تجزیه و تحلیل آماری نتایج

دکتر احمد نیک پی
عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
تاریخ انتشار پاییز 1392
nikpey@gmail.com

منبع

- کتاب نمونه برداری از هوا و روش های تجزیه دستگاهی،
دکتر احمد نیک پی، نشر فن آوران، فصل چهاردهم

اهداف آموزشی

- اهمیت خطاها در ارزیابی مواجهه های تماسی
- حدود اطمینان
- روش های تعیین مواجهه تنفسی برای نمونه های مداوم و متناوب
- معرفی SAE

مقدمه

- هر برنامه پایش مواجهه تماسی مستعد بسیاری از خطاهای نمونه برداری و آنالیز (SAE) می باشد.
- ارائه نتایج فقط بر اساس نتایج حاصل از نمونه برداری کار درستی نبوده و مستعد خطای نوع اول و دوم خواهد بود.

- $\alpha = P(H_0 \text{ درست باشد} \mid \text{رد فرض } H_0) = P(\text{خطای نوع اول})$
- $\beta = P(H_0 \text{ نادرست باشد} \mid \text{اقبول فرض } H_0) = P(\text{خطای نوع دوم})$

- - Sampling and Analysis Errors (SAE)

حدود اطمینان مواجهه شغلی

• قضاوت در خصوص ریسک‌های بهداشتی با بهره‌گیری از اصول آماری و سطح اطمینان معین و به صورت میانگین فاصله‌ای در حدود اطمینان پایین LCL و بالا UCL بیان می‌شود.

- - Lower Confidence Limit(LCL)
- - Upper Confidence Limit(UCL)

روش های تعیین حدود اطمینان

حدود اطمینان برای نمونه‌برداری مداوم در طی یک شیفت کاری

- الف- محاسبه غلظت آلاینده در کل شیفت کاری (X)
- ب- تعیین شاخص حد مجاز (OEL)
- ج- انتخاب شاخص خطاهای نمونه‌برداری و آنالیز (SAE)
- ج- تعیین شاخص مواجهه (Y) :

$$Y = \frac{X}{OEL}$$

محاسبه حدود اطمینان برای نمونه‌برداری مداوم در طی یک شیفت کاری

- د- محاسبه حدود اطمینان

$$UCL(\%95) = Y + SAE$$

$$LCL(\%95) = Y - SAE$$

تفسیر نتایج

- $UCL \leq 1$: با 95 درصد اطمینان مواجهه کمتر از حد مجاز است و نیازی به اجرای روش‌های کنترلی نمی‌باشد.
- $UCL \geq 1$ و $LCL \leq 1$: با 95 درصد اطمینان احتمالاً مواجهه بیشتر از حد مجاز است.
- $LCL \geq 1$: با 95 درصد اطمینان مواجهه بیشتر از حد مجاز است و نیاز به اجرای روش‌های کنترلی می‌باشد.

جهت ارزیابی مواجهه تنفسی با آئروسول‌های آفت کش کارباریل یک نمونه 8 ساعته بر روی فیلتر فایبرگلاس جمع‌آوری شد. آنالیز نمونه‌ها نشان می‌دهد که غلظت کارباریل 6.07 میلی‌گرم در مترمکعب هوای تنفسی است. با توجه به $SAE = 0.23$ برای روش، در خصوص مواجهه تنفسی قضاوت کنید. حد مجاز 5 میلی‌گرم در مترمکعب هوا

ادامه:

الف: تعیین شاخص مواجهه (Y)

$$Y = \frac{6.07}{5} = 1.21$$

ب: محاسبه حدود اطمینان

- $LCL_{95\%} = 1.21 - 0.23 = 0.98$
- $UCL_{95\%} = 1.21 + 0.23 = 1.44$

تفسیر نتایج

- چون $LCL_{95\%} < 1.0$ و $UCL_{95\%} > 1.0$ ، با 95 درصد اطمینان مواجهه تنفسی احتمالا بیشتر از حد توصیه شده است.

محاسبه حدود اطمینان برای نمونه‌برداری

متناب در طی یک شیفت کاری

- $UCL \leq 1$: با 95 درصد اطمینان مواجهه کمتر از حد مجاز است و نیازی به اجرای روش‌های کنترلی نمی‌باشد.
- $LCL \geq 1$: با 95 درصد اطمینان مواجهه بیشتر از حد مجاز است و نیاز به اجرای روش‌های کنترلی می‌باشد.
- $UCL \geq 1$ و $LCL \leq 1$: با 95 درصد اطمینان احتمالاً مواجهه بیشتر از حد مجاز است و نتایج حاصل از نمونه‌برداری متوالی باید به طور دقیق‌تر مورد بررسی قرار گیرند.

$$LCL = Y - SAE \frac{\sqrt{[(T1)^2 \times ((C1)^2)] + \dots + [(T2)^2 \times ((C2)^2)]}}{PEL \times (T1 + \dots + Tn)}$$

جهت ارزیابی مواجهه تنفسی کارگران صنعت تولید افت کش کاربایل دو نمونه متوالی با مشخصات زیر بر روی فیلتر جمع‌آوری شد. در خصوص مواجهه تنفسی پرسنل قضاوت کنید؟ (SAE) برای کاربایل 0.23 است.

نمونه	A	B
فلوی نمونه‌برداری (لیتر در دقیقه)	۲	۲
زمان (دقیقه)	۲۴۰	۲۴۰
حجم نمونه هوا (لیتر)	۴۸۰	۴۸۰
وزن آلاینده بر روی فیلتر (میلی گرم)	۳.۰۰۵	۲.۸۰۸
غلظت (میلی گرم در مترمکعب)	۶.۲۶	۵.۸۵

حل مسئله:

- الف: محاسبه شاخص TWA
- $TWA = ((6.26 \text{ mg/m}^3) (240 \text{ min}) + (5.85 \text{ mg/m}^3) (240 \text{ min})) / 480 \text{ min} = 6.055 \text{ mg/m}^3$
- ب- تعیین شاخص مواجهه (Y):

$$Y = \frac{6.055}{5} = 1.21$$

ج: محاسبه حدود اطمینان با فرض داشتن یک نمونه جمع‌آوری شده در یک شیفت کاری

- $LCL_{95\%} = 1.21 - 0.23 = 0.98$
- $UCL_{95\%} = 1.21 + 0.23 = 1.44$

د: چون $LCL_{95\%} < 1.0$ و $UCL_{95\%} > 1.0$ احتمالاً مواجهه تنفسی بیش از حد توصیه شده قرار دارند. و نیاز به محاسبه دقیق LCL با استفاده از رابطه زیر است. اگر LCL محاسبه شده بیشتر از یک باشد، مواجهه شغلی بیش از حد توصیه شده خواهد بود.

$LCL_{95\%} =$

$$1.21 - 0.23 = \frac{\sqrt{[(240 \text{ min})^2 \times (6.26 \text{ mg/m}^3)^2] + [(240 \text{ min})^2 \times (5.85 \text{ mg/m}^3)^2]}}{7.0 \text{ mg/m}^3 \times (240 \text{ min} + 240 \text{ min})}$$

- $1.21 - 0.20 = 1.01$
- چون $LCL_{95\%} > 1.0$ غلظت آلاینده در هوای تنفسی فراتر از حدود توصیه شده است.

محاسبه SAE برای مواجهه با مخلوط مواد شیمیایی

- برای موادی که اثرات سینرژیک پس از محاسبه یک حد توصیه شده برای مخلوط هوابرد و قبل از تصمیمگیری نهایی نیاز به در نظر گرفتن خطاهای ناشی از نمونه‌برداری و آنالیز است. در این موارد SAE هر یک از اجزاء محاسبه و با هم جمع زده می‌شود.

$$Y_{mixture} = \frac{C1}{OEL1} + \frac{C2}{OEL2} + \dots + \frac{Cn}{OELn}$$

$Y_{mixture}$ = شاخص مواجهه مخلوط که اگر از یک کمتر باشد، مواجهه با مخلوط بخار در حد توصیه شده خواهد بود.

Cn = غلظت هر جزء در مخلوط

$OELn$ = حد توصیه شده برای هر جزء

محاسبه ارزیابی مواجهه شغلی با سه حلال مختلف با اثرات بهداشتی افزایشی

حلال	غلظت در ۸ ساعت (پی پی ام)	حد توصیه شده ۸ ساعته (پی پی ام)	SAE
یک	۵۰۰	۱۰۰۰	۰.۰۸۹
دو	۸۰	۲۰۰	۰.۱۱
سه	۷۰	۲۰۰	۰.۱۸

- محاسبه شاخص مواجهه

$$Y_{mixture} = \frac{500}{1000} + \frac{80}{200} + \frac{70}{200} = 1.25$$

چون شاخص بیشتر از یک شده است، مواجهه شغلی بیش از حد مجاز است و نیاز به محاسبه SAE برای هر یک از اجزاء مخلوط است.

$$Y = \frac{X}{OEL}$$

محاسبه نسبت Y هر جزء مخلوط به Y مخلوط

$$R = \frac{Y_1}{Y_{mixture}}$$

- محاسبه SAE مخلوط با استفاده از رابطه

$$SAE_{mixture} = \sqrt{(R_1 SAE_1)^2 + (R_2 SAE_2)^2 + \dots + (R_n SAE_n)^2}$$

- محاسبه حد اطمینان پایین و بالا

$$\begin{aligned} UCL_{mixture} &= Y_{mixture} + SAE_{mixture} \\ LCL_{mixture} &= Y_{mixture} - SAE_{mixture} \end{aligned}$$

اگر $LCL_{mixture} < 1.0$ و $UCL_{mixture} > 1.0$ باشد، احتمالاً مواجهه شغلی بیش از حد رخ داده و انجام نمونه‌برداری‌های بعدی ضرورت دارد. اگر $LCL_{mixture} > 1.0$ باشد، مواجهه شغلی بیش از حد با ۹۵٪ اطمینان رخ داده است.

$Y_1 = 500/1000$	$Y_2 = 80/200$	$Y_3 = 70/200$
$Y_1 = 0.50$	$Y_2 = 0.40$	$Y_3 = 0.35$
$R_1 = Y_1/Y_{\text{mixture}} = 0.40$	$R_2 = 0.32$	$R_3 = 0.28$

$$SAE_{\text{mixture}} = \sqrt{(0.4 \times 0.089)^2 + (0.32 \times 0.11)^2 + (0.28 \times 0.18)^2} = 0.071$$

$$LCL_{\text{mixture}} = Y_{\text{mixture}} - SAE_{\text{mixture}}$$

$$LCL_{\text{mixture}} = 1.25 - 0.071 = 1.18$$

چون $LCL_{\text{mixture}} > 1$ با 95 درصد اطمینان مواجهه شغلی بیش از حد رخ داده است.

روش دیگر محاسبه حدود اطمینان

- استفاده از شاخص میانگین نقطه ای (μ) و انحراف معیار آلاینده (S)
- در سطح اطمینان 95% برآورد فاصله ای از رابطه زیر محاسبه می شود:
- $UCL = \mu + 1.645S$
- $LCL = \mu - 1.645S$
- در این رابطه 1.645: سطح اطمینان 95 درصد در منحنی توزیع نرمال (Z)

